

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК CdTe МЕТОДОМ ЖИДКОСТНОЙ ЭПИТАКСИИ

Ю. И. Герина, Г. Е. Иванникова,
Г. А. Калужная, С. Н. Максимовский

До сих пор имеется небольшое число работ по выращиванию и исследованию монокристаллических пленок соединений типа $A^{II}B^{VI}$ /1-3/, полученных методами кристаллизации из газовой фазы. Между тем, эпитаксиальный рост слоев соединений $A^{II}B^{VI}$ при осаждении из растворов-расплавов имеет свои технологические преимущества.

При выборе метода получения пленок соединений $A^{II}B^{VI}$ приходится учитывать, что эти соединения являются фазами переменного состава. С этой точки зрения выращивание пленок методом жидкостной эпитаксии дает в общем случае возможность изготовления материала строго определенного и воспроизводимого состава, определяемого выбором растворителя и температурой выращивания пленки.

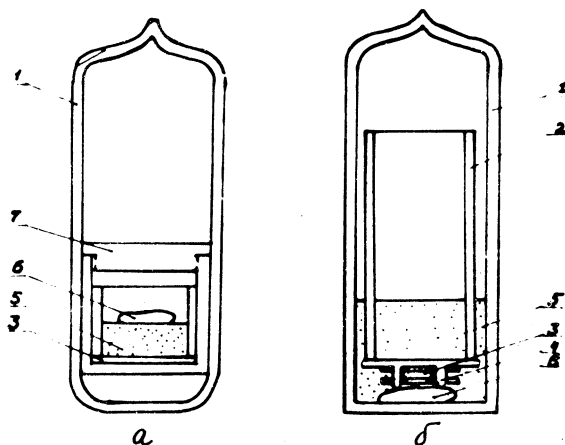
В работе /4/ впервые практически осуществлен рост монокристаллических слоев $ZnTe$ на подложки $ZnTe$ из растворов, содержащих различные растворители.

Целью настоящей работы является исследование возможности осаждения на подложки $CdTe$ и Si пленок $CdTe$ из растворов в кадмии.

Выращивание пленок $CdTe$ проводили с помощью а) равномерного охлаждения раствора $CdTe$ в Cd и б) с использованием массопереноса теллурида кадмия за счет создания градиента температур в растворе кадмия.

Первый способ представлял собой видоизмененную методику Нельсона /5/, который получал монокристаллические слои $GaAs$ путем охлаждения раствора $GaAs$ в металле в открытой системе в потоке H_2 . Описанный Нельсоном метод выращивания пленок в открытой системе непригоден для соединений $A^{II}B^{VI}$ вследствие высокой упругос-

ти паров компонентов этих соединений в области используемых температур /6/. В частности, давление паров кадмия при 800°C составляет 1000 мм рт.ст., а теллура - 114 мм рт.ст.



Р и с. 1. а) Схема аппарата для получения слоев путем охлаждения раствора. б) Схема аппарата для получения слоев за счет градиента температур в растворе. 1 - кварцевая ампула; 2 - цилиндр; 3 - подложка (Si); 4 - держатель; 5 - расплав ($\text{Cd} + \text{Te}$); 6 - подпитка (CdTe); 7 - графитовый тигель с крышкой.

Нами была разработана методика выращивания слоев в закрытой системе в графитовом контейнере (рис. 1а). Выращивание слоев CdTe проводили в области $600\text{--}800^{\circ}\text{C}$ на подложки (III) CdTe и (III) Si . Подложки предварительно полировали механически или химически.

Было найдено, что понижение температуры раствора с обычно применяемыми скоростями 50 град/час и выше не приводит к образованию совершенных слоев. Монокристаллические слои были получены при охлаждении раствора со скоростями 5–10 град/час.

Для выращивания пленок путем создания градиента температур ($700\text{--}730^{\circ}\text{C}$) в расплаве для нагрева ампулы с раствором впервые использовали оптическую систему, работающую в импульсном режиме.

Схема аппарата дана на рис. 1б. Рост слоя на подложке происходит за счет создания пересыщенного раствора CdTe в кадмии пу-

тем периодического изменения температурного градиента в растворе.

Метод импульсного подвода питающего материала к подложке также является новым в практике выращивания эпитаксиальных пленок и обладает некоторыми преимуществами:

1) Он позволяет получать пленки определенного состава, отвечающего точке на линии солидуса диаграммы состояния кристаллизующегося вещества-растворитель при данной температуре кристаллизации, что особенно важно для соединений переменного состава.

2) Дает возможность вести процесс в условиях очень малых пересыщений и, следовательно, при малых скоростях роста пленок, обеспечивающих рост совершенных пленок.

В результате проведенных исследований получены пленки CdTe на (III) CdTe (n-типа, $\mu = 350 \text{ см}^2/\text{в сек}$) и на (III) Si (p- и n-типа, концентрация носителей в пленках p-CdTe $\sim 10^{12} \text{ см}^{-3}$) толщиной несколько микрон.

Нами проводилось также выращивание пленок CdTe на Si методом газовой эпитаксии в замкнутом аппарате в атмосфере водорода. Система оптического нагрева реактора обеспечивала температурный градиент в несколько градусов между источником CdTe ($T_{\text{ист}} \sim 800^\circ\text{C}$) и подложкой Si. Максимальная скорость роста пленки в аппарате составляла 200–300 мкм/час. Выращенные пленки имели толщину от 40 мкм до 500 мкм с размерами монокристаллических участков $1,5 \times 6,5 \text{ мм}^2$.

Как известно, технологические условия не дадут пока возможности получения p-n переходов на теллуриде кадмия, и применение гетеропереходов является одной из реальных возможностей практического использования этого перспективного полупроводника.

Поступила в редакцию
5 июня 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. Процессы роста кристаллов и пленок полупроводников. Труды Симпозиума в г. Новосибирске, 1970 г.
2. В. J. Curtis, H. Brunner, J. Crystal Growth, 6, 269 (1970).

3. Физика и химия соединений типа $A^{IV}B^{VI}$. Сб. статей под ред. С. А. Медведева, "Мир", 1970 г.
4. R. Widmer, D. P. Bortfeld. J. Crystal Growth, 6, 237 (1970).
5. H. Nelson. RCA Rev., 24, 603 (1963).
6. Г. А. Блишников, Г. А. Калужная. Известия АН СССР сер. НМ, 8, 615 (1971).